

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 69 (1937-1938)

Artikel: Geomorphologische Untersuchungen im Säntisgebirge
Autor: Lüthy, Hans
Kapitel: Morphologische Gesamtbeschreibung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834819>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Uebersicht des tektonischen Baues zitiere ich am besten *Albert Heim* (6, S. 39 u. ff.):

„Das Säntisgebirge ist ein Faltenbüschel aus sechs Hauptgewölben und mehreren Nebengewölben gebildet. Die Gewölbe vereinigen sich gegen West im Häderenberg (westlich der Thur.) Die Mulden öffnen sich und verschmelzen gegen Osten, während die Gewölbe in dieser Richtung jedes für sich allein untertauchen Die verschiedenen Kreidegewölbe sind auf ungleiche Länge zu beobachten und zwar:

G I (Gyrespitzgewölbe)	21 km
G II (Säntis) 14 km, (Stoß) 5 km, (Hütten) 2 km	
G III (Altmann-Alpsiegel)	24 km
G IV (Wildhauser Schafberg)	5 km
G V (Roslenfirst)	11 km
G VI (Furgglenfirst)	27 km

Gesamtlänge des Säntisfaltensystems = 31 km.

Das nördlichste erstreckt sich am weitesten westlich, das südlichste am weitesten östlich. Die maximale Breite der Kreidezone aller Falten beträgt 6,2 km. Die Mittelrichtung der Faltenschar ist N 65° E.“

„Alle Gewölbe des Säntissystems sind einheitlich, mehr oder weniger stark gegen Norden überliegend, einige zeigen diese Erscheinung so stark, daß liegende Falten entstehen. (Isoklinalfaltung). Alle Mittelschenkel der Säntisfalten ohne Ausnahme zeigen die Reduktion der Mittelschenkel. Dabei kann der Schrattenkalk von 200 m an der Umbiegungsstelle, auf 30 bis nur 2 m im verkehrten Mittelschenkel reduziert sein, wobei manchmal ein schiefes Abbrechen oder Abscheren einzelner Schichten, sehr oft aber auch gleichmäßiges Ausziehen und Auswalzen der Schichten zu sehen ist.“

III. Morphologische Gesamtbeschreibung.

A. Westlicher Säntis.

Die Nordkette.

Der aus dem Thurtal steil gegen NE ansteigende Neuentalp- rücken entspricht dem tief abgewitterten, stark nach NW überliegenden, ersten Antiklinalzug. In den unteren Hängen der Nordseite ist nahe am Ueberschiebungsrand die Gewölbeumbiegung in Valangien- mergeln und -kalken freigelegt. Der Nordschenkel des Gewölbes ist

somit in seinen höheren Teilen verschwunden, der Südschenkel regelmäßig und mächtig entwickelt, aber auch bis in den Schrattenkalk abgetragen. Die südöstliche Berglehne, anfänglich den Schichtflächen genähert, verliert mit der Zunahme des Schichtfallens und dem Einsetzen des ersten Muldenkernes unter dem Neuenalpspitz ihre Einförmigkeit. In den großen Linien ist der Bau dieses südwestlichen Endes der Nordkette völlig analog dem eines Molasseberges wegen der ungefähr parallelen Schichtlage bei ganz gleichmäßigem Einfallen (Geol. Spezialprof. 6, S. 357). Aus dem häufigen Wechsel mergeliger und mehr kalkiger Gesteinsschichten geht die durchgehende schiefe Bänderung des NW-abfalles hervor; durch abwechselnde Fels- und Rasenstreifen von weitem erkenntlich, ist diese Erscheinung im alten Namen: Schindelenberg ausgedrückt.

Der untere Abschnitt der SW-Lehne ist stark vom Eise überformt; eine mannigfach getreppte Verebnung bildet die Alp Rotenstein bei 1310—1460 m, auf oberem Neokom. Sie wird nach oben von einer Härtestufe mit frischen Abbrüchen des Schrattenkalks in niedrigen Wändchen begrenzt. Die schmalen, wenig flacheren Hangstreifen der Neuenalp streichen mit breiten, rinnenförmigen Absätzen im Kamm aus. Unter der größeren Anzahl solcher Formen sind besonders auf 1540 und 1600—1620 m Höhe breitere Terrassen vorhanden; sie fallen hier mit der Schliiffgrenze zusammen und entsprechen damit den maximalen Eishöhen. Die Formen des Berges werden von da aufwärts schroffer, ein scharfer Kamm ersetzt den bisher ausgeglichenen Rücken.

Der Neuenalpspitz wird vom Seewerkalk der ersten Synklinale, die wenig unterhalb des Gipfels eingesetzt hat und nun auf 500 m Länge an den Kamm herantritt, gebildet. Damit verbreitert und kompliziert sich die Südwestabdachung der Nordkette, es treten kurze Querkämme auf, die größere, teilweise flache Talformen umschließen. Diese Senken weisen heute keinerlei Bachrinnen auf, sie sind stark schuttgefüllt und münden an flachen Schwellen hoch über dem Gräpelental. Das Vorhandensein größerer Karsttrichter bis -mulden kennzeichnet diese Formen als Dolinentäler.

So sind im „Thal“ zwei große Dolinenkessel hintereinander durch einen Seewerkalk-Felsrücken getrennt; der äußere Schwellenrand liegt als scharf ausgeprägte Hangstufe in 1540 m Höhe. Bei den Alpen Hinterhorn und Hinterwinden sind in einer einheitlichen Terrassenfläche auf Seewerkalk in gleicher Höhenlage zwei weitere Dolinen

eingeschnitten. Die Karrenbildung ist hier überall stark ausgeprägt, auch die Bewaldung noch ziemlich zusammenhängend. Die steilen Rückwände dieser nischenähnlichen Formen liegen im Schrattenkalk des ersten Gewölbesüdschenkels, in der Kammzone darüber folgen nochmals Alpböden auf Mergelschichten des Neokom.

Eine Beziehung dieser Hochflächen auf ein altes Talsystem ist wahrscheinlich, in ihrer heutigen Form stellen sie aber ein typisches Karstgebiet dar, an den nahe der Muldensohle stark zerrütteten Seewerkalk und seine Schrattenkalkunterlage gebunden. Besonders wirksam für die Reliefgestaltung waren hier die Schmelzwasser der kleinen Hängegletscher und größere Firnflecke der Spätglazialzeit.

Von Hinterwinden steigt die Seewerkalk-Synklinale ostwärts zum Hauptkamm hinauf, der Windenpaß (1635 m) ist an diese Mulde gebunden. Die Bergformen entwickeln sich nun immer höher und schroffer mit der zunehmenden Steilheit des Schichtfallens und dem Anwachsen des zweiten Gewölbezuges gegen NE.

Rutishauser (24) hat in diesem Gebiet bedeutende tektonische Verstellungen festgestellt, die von Heim nicht näher beachtet worden waren. Es sind Verwerfungen, durch welche jeweils die östlichen Flügel bis zu 100 m abgesunken sind.

Unter dem 1990 m hohen Lütispitz, dessen kurzer Gipfelkamm noch aus Seewerkalk der Mulde I besteht, liegt die ganze Südflanke im aufgedeckten Kern des Gewölbes II. Der scharfe Schnitt des 150 m hohen Steilabfalls quer zur Bergkette ist eine Bruchlinienstufe; am Fuß der unteren Schutthänge zieht eine lange, gestufte Rinne bis an den Hauptkamm beim Oberwieskopf hinauf (Zeichnung 6, S. 69). Die gleichmäßige Hangfläche östlich derselben wird nochmals von einer Bruchstufe geschnitten; relativ etwa 50 m abgesunken beginnt der breite, sanft konkave Farnboden auf Valangienkalken und -mergeln des Gewölbekerns (Abb. 4).

Oestlich des Farnbodenkessels schließen sich die beiden Schenkel der Antiklinale II zu einem vollen, ungefähr senkrechten Kieselkalkgewölbe zusammen. Darüber liegt noch eine geschlossene Decke weicher Drusbergmergel und so wird die pultförmige, nach S geneigte, weite Gipfelfläche der Schafwies von fruchtbaren Alpwiesen überzogen. Auf dem schmalen, ebenen Unterrand bei der Schafwieshütte sind vor der Grenze gegen die als Verschalung wirkenden und wandbildenden Schrattenkalkschichten mehrere größere Versickerungstrichter gelegen, die in Verbindung mit Klüften der nahen Felsabbrüche stehen mögen.

In der Längserstreckung wird die Schafwies durch zwei tiefe Kessel begrenzt; der große östliche ist im Anschluß an breite Lücken der Schrattenkalkmauer entstanden. Unter derselben erscheint südlich der Schafwies erstmals der Seewerkalkkern der Synklinale II, ohne orographisch besonders zur Geltung zu kommen.

Auf ca. 1540 m beginnt hier, noch auf dem Schrattenkalk des Südschenkels von Synklinale II die Mutteliterrasse; sie wird bei der Sennhütte von einem moränenähnlichen Wall und kleinen Mulden überzogen. Darüber steigt ein ziemlich gleichmäßiger, felsiger Hang mit unregelmäßigen Rinnen mehr nordöstlich zum Rosseggkamm hinauf. Geradeaus verengt sich die Alpfläche zu zwei Talrinnen, die mit Steilstufen den oberen Schrattenkalkzug durchschneiden und zwischen sich den 120 m hohen Felsturm der „Schattenwand“, auf beiden Seiten ebenso hohe Wandstreifen herausschälen. Oben im Mergelkern vereinigen sich die zwei Rinnen wieder in einen einheitlichen großen Karkessel (Abb. 5).

Der ganze, doppelstufige Muttelikessel zeigt wieder die glazial verstärkte, sonst aber rein selektive Hangentwicklung steiler Karstäler. Die auffällige Asymmetrie der Gehänge weist auf eine Fortdauer der der Talanlage zugrundeliegenden tektonischen Querstörung hin.

Eine neue, besonders ausgeprägte Bruchlinienstufe von im Mittel 120 m Höhe ist hier als quer streichender Wandzug durch die ganze Scheitelregion der Nordkette ausgebildet. Im relativ abgesunkenen Ostflügel ist der Schrenitkessel vollkommen analog zum Thal-Farnbodenkessel angelegt. Dieselbe gestufte und von links mit Schuttkegeln eingesäumte Rinne zieht randlich am Fuß des Wandzuges durch; nach Osten schließt hier das mächtige, volle Schrattenkalk-Gewölbe des Stoß den Alpessel ab. Die Schroffheit der Kette hat zugenommen und damit die Stärke der glazialen Ueberformung. Ein deutlicher Moränenwall (Lawinenfußwall?) folgt in einigem Abstand dem Fuß der westlichen Wandstufe. Der Zwischenstreifen ist im unteren Teil schon fast ganz von frischen Schuttkegeln aufgefüllt, im oberen Teil wegen des Zurücktretens der Felswand auf weicheren Schichten noch eine starke, karbodenähnliche Uebertiefung bei z. T. anstehender Schwelle erhalten. Doch ist auch hier diese Mulde aus dem Versickern der Regen- und Schmelzwässer in die Klüfte des senkrecht einfallenden Felsens hervorgegangen. Das oberste „Kar“ liegt wieder im Seewerkalk der Synklinale I, der Talzug hat an der Bruchlinie zurückarbeitend, das zweite Gewölbe hier völlig überwunden und den Hauptkamm wieder ins erste Gewölbe zurückgelegt.

Der breite Sattel der Lauchwies auf 1835 m Höhe weist zwei große, gegen 10 m tiefe Sickerlöcher und darüber steile, aber gleichmäßige Grashänge auf. In auffälligem Gegensatz zu den mächtigen Felsabstürzen, die sie im Norden und Süden begrenzen, zeigt die Lauchwies Formen eines N-S gerichteten Tales.

Der 2114 m hohe Stoß ist der erste reine Felsgipfel dieser Kette und wird durch das volle Schrattenkalkgewölbe der Antiklinale II a bei ihrem Niedertauchen gegen E gebildet. Die hohe und nahezu senkrechte Westwand ist durch Einstürze infolge der Untergrabung der Neokomunterlage entstanden; die Süd-, Ost- und ein Teil der Nordhänge sind den Schichtflächen angepaßt, sie zeigen zum Teil mächtige Plattenschüsse.

Vom Stoßgipfel zieht der Hauptkamm nach NE quer über die Seewerkalke der Synklinale I in die Antiklinale I hinüber. Wildgeformte Felstürme und zerrissene Grate kennzeichnen die etwas geringere Widerständigkeit des enggeschichteten Seewerkalks im Vergleich zum viel kompakteren Schrattenkalk von Stoß und Silberplatte (Abb. 12).

Die Tierwies.

Das Absinken des zweiten Gewölbezuges vom Stoß an gegen Osten (IIa), während gleichzeitig nördlich davon das Gewölbe II b sich heraushebt, erklärt auch die erste Anlage der ausgedehnten und einheitlich geprägten Hochfläche der Tierwies. (Abb. 11). Denn in früheren, höhergelegenen Schnittflächen nahmen die Zwischenmulden und damit die weniger durchlässigen oberen Seewerschichten einen viel größeren Raum ein als gegenwärtig. Während die auf beiden Seiten angrenzenden wilden Berggestalten von Stoß-Silberplatte einerseits, von Hundstein-Gyr-Säntis andererseits aus den gleichen tektonischen Einheiten herausgeschnitten sind, stellt die Tierwies eine zusammenhängende, ziemlich gleichmäßig geneigte Abtragungsfläche vor, über die auch der Hauptkamm nicht hinausragt (6 Taf. II, Prof. 11, untere Schnitte). Mit der Einengung des Raumes durch den von W vorspringenden Stoßkamm verstärkt sich die Eintiefung. Von etwa 1800 m an sinkt die Fläche kesselförmig über die Terrassen der Flysalp zum engen Trogbecken der Thurwies hinunter. Hier sind die Gesteinsunterschiede in den Absätzen wieder deutlich abgebildet, weiter oben in der Tierwies sind sie dagegen nur in der verschiedenen Dichte der Schichtkarren und in der besonders auffälligen Ausräumung der Gaultbänder zu schmalen, aber oft sehr tiefen Gräben morphologisch bedeutsam. Oberhalb von

2000 m sind besonders im Schrattenkalk prachtvolle Karrenfelder entwickelt; weniger massige Karren, aber stärkere Feinheit und Schärfe der Formen trägt in dieser Höhe auch der Seewerkalk.

Der Hauptkamm zieht vom schönen Felsgipfel der Silberplatte (Schrattenkalk) nach NE in die Drusbergschichten des tieferen Gewölbes und folgt dann lange den Schichtköpfen des Valangienkalkes. Eigenartig ist die geschlossene Vegetationsbedeckung der Südhänge auf dem kieselig- bis glaukonitischen obersten Bergstreifen im Gegensatz zu den nackten, hellen Felsflächen tieferer Lagen. Direkt unterhalb des Gasthauses Tierwies sind an der Grenze der mergeligen Drusbergschichten gegen den zerklüfteten Schrattenkalk zwei größere, schüsselförmige Senken entstanden; es sind von zahllosen Schichtkarren und -trichtern überzogene, wirr geformte Kesseldolinen.

Vom Graukopf zum Gyrespitz (2450 m) hinauf ist der obere Schrattenkalk wieder in den Hauptkamm gerückt, der damit auch schroff gegen das vom Tierwiesboden nordöstlich unter dem Säntisgipfel hinaufziehende Synklinaltälchen abfällt.

Zusammenfassend ist die Tierwies eine, von einem früheren, weniger starken Relief übernommene und während der Eiszeit noch seitlich erweiterte, aber nur unbedeutend eingetiefte Altform mit Anzeichen einer erst beginnenden Verkarstung.

Die West- und Südabdachung der Säntisgipfelgruppe.

Am Ostrand des Tierwies-Flysalpkessels setzt unvermittelt eine gerade Wandflucht quer durch die ganz regelmäßig durchgreifenden tektonischen Einheiten, aber doch wohl aus einer Bruchlinienstufe hervorgegangen, ein. Aus der bis zu 200 m höher aufragenden Querkette ist ein großes Mittelstück ausgebrochen; über den entstandenen Sattel setzt sich der steile Hang oberhalb von Klingen fast gleichmäßig in den höchsten Abschnitt des Aelplikessels fort. Die lange und schmale Trogrinne des Aelpli, in der Eintiefung dem Tierwies-Flysalpkessel genau entsprechend, zieht zwischen der in Hundstein und Gyr aufgelösten Querkette und der Hauptmasse der Säntis-Lisenratgruppe bis an den Fuß des Säntisgipfels hinauf. Die Entstehung des äußerst steilen Talzuges ist auf eine bedeutende Längsstörung zurückzuführen, welche den hier so stark reduzierten Mittelschenkel von G III im Kalbersäntis nach N und NW über die Synklinallzone II hinaufschob und den massigen Schrattenkalk des Gewölbes IIb aufzusprengen vermochte. In der Zone stärkster Zerrüttung vor dem

steilen Anstieg der zweiten und dritten Gewölbe nach Osten hat sich das „Aelplital“ entwickelt.

Nahezu senkrecht steigen rechts die Wände 300 m zum Säntis, links fast 200 m zum Gyr hinauf. Trotz der starken Wandverwitterung ist der Boden des Kessels nicht völlig von Geröllhalden und Felzsturztrümmern bedeckt, als Schwellen und leicht abgerundete Mauerstufen durchqueren anstehende Felsrücken das Tal. Das steile Abfallen nach Süden brachte eine vollständige Ausräumung des Schuttes durch das Eis, das noch im Daunstadium den höchsten Teil des tiefen Kessels erfüllen mußte.

Der Säntisgipfel wird getragen von einer kurzen Seewerkalk-Schichtbrücke des leicht überliegenden Gewölbescheitels IIb. (6, Ansicht der Westseite, S. 75; der Ostseite, S. 76.) Der Gipfel (2511 m) ist schon etwas in den Südflügel zurückgewittert. Im ganzen Quergrat zwischen Säntis und Kalbersäntis, also im Synklinalgebiet II ist kein Anzeichen der Muldenumbiegung zu sehen, sie muß noch unter 1000 m Meereshöhe hinunterreichen. Wie ein Damm leitet der hier erhaltene breite Seewerkalkrücken zum Schrattenkalk in seinem Liegenden hinüber, der als Mittelschenkel von Gewölbe III den steil abfallenden und wild zerklüfteten Lisengrat bildet. Gegen Osten reduziert sich der Schrattenkalk immer mehr und ist stellenweise ganz abgetragen; er sinkt schon vor dem Rotsteinpaß in den Unterbau des Bergzuges, der damit seine Wildheit ablegt und zum regelmäßigen, einfachen Isoklinalkamm wird. Der Lisengrat aber ragt als Härtestreifen hoch und mächtig über die beiderseitigen, in weiches Gestein eingesenkten Längstäler auf.

Schwendegrat und Stein.

Westlich der Thur setzt bei Starckenbach mit steilem Anstieg der regelmäßige Bergrücken des Schwendegrates ein. Völlig selbständig und in gleichbleibender Höhe streicht diese Kette angenähert parallel zum oberen Thurlängstale in nordöstlicher Richtung und in stetig zunehmendem Abstand von der Außenkette, von der sie das Gräppeltal trennt. Tektonisch stellt der Schwendegrat den regelmäßig gebauten Südschenkel der Gewölbe III bis V dar, an dessen Fuß sich aus einer flachen Aufwölbung nach Osten allmählich das neue Gewölbe VI entwickelt. Dem horizontalen Schichtstreifen der beginnenden Mulde V auf halber Höhe des Bergzuges folgt eine Reihe breiter Terrassen von Oberschwende-Scharten nach Burst. Der ungefähr senk-

recht gestellte und zum Teil sogar nach Süden überliegende Schrattenkalk-Nordflügel ist zu einer monoklinalen Gebirgskette ausgebildet, während der absinkende Südflügel mit der Gault- und Seewerkalkdecke eine den Schichten annähernd parallele Oberfläche trägt. Im Anschnitt des Thurquertales bei Starckenbach ist die S-förmige Biegung der Schichten schon feststellbar; die hohen Felsköpfe der Weißwand sind durch eine Reihe von Längsbrüchen in Schollen zerborsten und abgesackt. Oberhalb dieser Wand zieht ein kurzer schmaler Talzug ostwestlich über den Bergrücken, den Bannwaldkopf von der Hauptkette trennend, zu der nischenartigen welligen Alpfläche Unterschwende hinüber. Auf ungefähr derselben Höhenlage bleibend, wird das enge Tälchen von mehreren Dolinenmulden gegliedert. An der Entstehung der ganzen Form muß neben den erwähnten Längsstörungen in der Schrattenkalk-Unterlage doch ein länger wirkender Erosionsvorgang beteiligt gewesen sein; es dürfte eine Schmelzwasserrinne vorliegen. Der südlich davor aufsteigende Bannwaldkopf ist ein großer Rundhöcker, er weist keine anstehende Felsoberfläche auf, sondern ist infolge Zerstörung der alten Karrenbildungen von grobem Blockwerk bedeckt.

Der ganze, langgestreckte Talhang über Alt-St. Johann zeigt diese ausgeprägte, besonders im Seewerkalk wenig verwischte glaziale Ueberformung. Das Eis floß ungefähr parallel zum Schichtstreichen und glättete infolgedessen eventuell vorhandene Unregelmäßigkeiten des Geländes aus. Oberhalb der schönen jüngsten Trogflanke sind die früheren, schichtgebundenen Einebnungen zum Teil überschüttet und vom Gletscher neugestaltet worden. Unter der Moränendecke, welche viel weiter verbreitet ist als es die geologische Karte zeigt, ist im Muldenzug am Fuß des Schwendegrates ein Streifen Amdenerschichten aufgeschlossen (geol. Karte der Churfürsten, 8). Sehr wahrscheinlich liegt eine alte Furche längs dieses Mergel-Schichtstreifens in einer Tiefe, die einige Zehner von Metern betragen kann, unter der diluvialen Schuttdecke verborgen. Am Sträßchen von Haltweg nach Hinterburst und Scharten werden von *Tappolet* (27) mehrere Moränen notiert, einen schönen noch bestehenden Aufschluß gibt eine Kiesgrube in der Nische westlich Scharten. Die frischen Schutthalden des Berges legen sich über das Moränenmaterial, in der weiten und flachen Wanne von Hinterburst ist hingegen Feinschutt eingeschwemmt worden. Es liegt hier ein durch die Moräne abgedämmter Hohlraum vor. Interessant ist die Beziehung dieser Verebnungen des Berghanges

zu den steil auf sie mündenden Querrinnen, während ausgeprägte, frische Abflußgräben unterhalb von ihnen fehlen.

In den Schwendegrad sind drei besonders deutliche, tiefe Scharten eingeschnitten, an die sich nach Süden steile und schmale schluchtartige Rinnen auf die erwähnten Terrassen herab anschließen: der Bösentritt, die Krinnlücke und der breitere Sattel von Kes. Sie liegen sämtlich in etwa 1350 m Höhe, also die beiden westlichen rund 50 m über dem Gräppelenboden, die östliche aber um 120 m über dem schon tiefer eingeschnittenen Seebachtal.

(27, S. 56) gibt *Tappolet*, übrigens sehr unklar, einige Angaben über das Gräppelental. Er glaubt, dieses sei als ältestes Säntisthurltal entstanden, noch im Riss-Würm-Interglazial wären die Senken Thurwies und Alpli nicht vorhanden gewesen. Als Beleg führt er Rutishauser an, doch hat sich dieser gar nicht über die Entstehung der tiefen Talbecken ausgesprochen. Das Gräppelental wird S. 8 sogar für älter als der Talzug Unterwasser-Starkenbach gehalten und in Beziehung zum Talkessel von Starkenbach gebracht. Infolgedessen müssen dann die Talfurchen des Schwendeberges als Einschnitte von Kargletschern des Gräppelentales und deren Schmelzwässern erklärt werden.

Die folgende Auffassung scheint mir die Verhältnisse besser zu berücksichtigen:

Es läßt sich keinerlei Beweis für einen früheren fluviatilen Einschnitt der Gräppelentalzone erbringen; diese ist vielmehr an das Gebiet starker tektonischer Zerstörung (Verstellungen) in der westlichen Fortsetzung des Wildhauser Schafberges gebunden (24, S. 17). Sie ist sehr wahrscheinlich aus mehreren älteren Quertalstücken, die über das heutige Tal hinwegzogen und die Einschnitte des Schwendegrates anlegten, zu einer einheitlichen Tiefenzone zusammengewachsen. Die fortschreitende Denudation der weicheren Schichten der Gräppelentalzone, vielleicht verbunden mit einer relativen Heraushebung des Schwendegrad-Gewölbeschenkels unterbrach diese Entwicklung, während die Säntisthur dank ihrer größeren Wassermenge sich an ihrer alten Stelle behauptete und das tiefe Quertal zwischen Schwendegrad und Stein einschneiden konnte. Die glaziale Tieferlegung und Ausgestaltung der heutigen Scharten und Rinnen des Schwendegrates ist ein sekundärer Vorgang.

Sehr klar sind hier die Auswirkungen der Eisströme der ganzen Bergkette aufgeprägt. Der Schrattenkalkkamm ist zu einem breiten

Rundhöcker-Rücken abgeschliffen worden; doch für das Ausmaß der Niederschleifung haben wir keine Anhaltspunkte, sie verteilt sich ja überdies zum mindesten auf die zwei letzten Hauptvergletscherungen.

Der rund 1,5 km lange Stein-Grat entspricht in jeder Beziehung dem Schwendegrat-Kühbodenberg. Der scharfe Knick der Streichrichtung an der Stelle des Thurdurchbruchs weist auf eine Querstörung hin, welche das tiefe Einschneiden des Flusses begünstigen mußte.

Die Kette Wildhauser Schafberg-Altman.

Gegen Osten bricht nach dem Stein-Grat der bisher regelmäßige Schichtstoß III–V unvermittelt in eine weite, ebene Quertalung ab. In ganz anderen Schichtzusammensetzungen und Faltungsformen steigt jenseits der Alpfläche von Gamplüt der mächtige Block des Wildhauser Schafbergs um volle 1000 m empor. Der tektonische Bau dieser Zone ist von *Rutishauser* (24) neu untersucht worden. Nach seiner Darstellung ist das Anstehende im Dreieck Gesellen-Gamplütweg-Horen, das teilweise stärkste intensive tektonische Zerrüttung aufweist, an einer Querdislokation bei Horen ungefähr 300 m von der „Plangge“ an der Schafbergalp abgesunken und dabei etwas nach NW geschoben worden. Die nahezu geschlossene Schuttdecke des Bilchwaldes verhindert den Einblick in die Verhältnisse der abgesunkenen Scholle. Mit dieser Querdislokation ändern sich sprunghaft die Gewölbeformen in der Streichrichtung; auf dem Südschenkel des Gewölbes III ist das Gewölbe IV aufgeschoben, über dem wiederum das Gewölbe V liegt. Unter den Stirnübergängen sind die Mittelschenkel äußerst reduziert; die Bauform entspricht genau der Anlage von Deckfalten, wobei die hangenden Schichten jeweils vom nächst höheren Gewölbe überschoben und dadurch muldenförmig gelegen sind.

Die ganze Bergkette ist somit isoklinal gebaut. Ueber den hohen Felsabstürzen des aufgedeckten Gewölbepfeilers III mit dem synklinalen Seewerkalkstreifen des Kammes folgt das verhältnismäßig schwächere Gewölbe IV, dessen Valangienkalkkern auf 2200 m Höhe hinaufreicht. Ueber den Seewerkalken des Muldenzuges IV wiederholt sich nochmals die ganze Serie der Gesteinsschichten von den Valangienmergeln an im Gewölbe V, dessen Schrattenkalkhülle in der geraden Fortsetzung der Schwendegrat-Stein-Kette den unteren Sockel der Schafbergkette bildet. Wohl die gewaltigste Wand des Säntisgebirges, in Plattenschüssen bis 400 m aufragend, schließt hier das Gewölbe gegen die Frosalp ab; dieselbe Schicht begleitet als

Steilstufe das Teselalptal auf dessen ganzer Länge. 260 m über dem übertieften, heute nahezu gefällosen Talboden mündet der an Verwerfungen gebundene Schafbodenkessel, quer durch die Gewölbe V und IV zieht der scharf eingeschnittene karähnliche Talzug bis unter den Hauptkamm hinauf, die Schafbergalp gegen Osten abschneidend. Das Längsprofil ist dem Wechsel der Gesteinsschichten völlig angepaßt, im Schafboden ist eine erste Karform in die Valangienmergel des Gewölbekernes V, weiter oben am Westfuß des Moor in 1960 m Höhe ein breites Sims in die obersten Schrattenkalk-Schichtplatten des Gewölbes IV eingeschnitten. Oberhalb einer letzten Steilstufe verbreitert sich das Trogtal kesselförmig, wie ein Fenster ist hier der Schrattenkalk abgedeckt, darunter erscheinen Schiefer und Kalke des Valangien und Neokom; von den ringsum herunterreichenden Schutthalden nur zum kleinen Teile verdeckt. Die Eintiefung ist in den mergeligen Schichten der Karmitte noch nicht weiter fortgeschritten als in den sie umschließenden Schrattenkalkschalen, auch die Wandumrahmung hält sich nicht an die Gesteinsgrenzen. In allen diesen Zügen verrät sich ein beträchtliches Maß glazialer Abtragung; man kann trotz des Fehlens eines flacheren Kesselbodens von einem Kar sprechen, dessen tektonische Ausgangsform allerdings noch deutlich erkennbar ist. Besonders die auffällige Asymmetrie der beiden Flanken verrät noch die tektonische Anlage und den Vorrang der Denudationsgegenüber reinen Erosionserscheinungen: nach Westen zieht aus dem obersten Kessel ein wohl steiler, aber gleichmäßiger Hang auf die Schafbergalp hinaus, an senkrechten, stark gegliederten Felsen setzt im Osten der Bergzug des Moor ein.

Tektonisch die genaue Fortsetzung des Wildhauser Schafbergs ist der Moor eine an Querbrüchen herausgehobene, wenig breite Scholle und zu einem schmalen Quergrat entwickelt. Aehnlich wie am Lisengrat klebt an dem äußeren Seewerkalk-Muldenschenkel ein gewaltiger weißer Schrattenkalkklotz des verkehrten Mittelschenkels von GV, vor dem hier der freigelegte Antiklinalkern als Kieselkalkbrücke in die Schrattenkalkplatten des Südschenkels herunterzieht. Hier wiederholt sich bei weniger steilem Schichtfallen und damit stärkerer Schuppung der Felsabbruch vom Fuß des Schafbergs. Die Ausbildung der Oberfläche von Schafberg und Moor ist nun gewiß viel jünger als die großen Querdislokationen dieser Kette; sie zeigt sich jedoch in so starkem Maße von diesen abhängig, daß nicht an eine besonders mächtige Schichtüberlagerung zur Zeit der Dislokation

gedacht werden kann. Als diese erfolgte, muß schon ein sehr starkes Relief vorhanden gewesen sein, in den ältesten Quertälern lag zum mindesten der Seewerkalk aufgedeckt.

Der östlich anschließende Abschnitt der Mittelkette weist eine starke Aehnlichkeit mit dem Gebiet der Tierwies zwischen Stoß und Säntisgipfel auf: dem steilen Absinken der Gewölbe IV und V entspricht ein noch schärferes Aussetzen der von ihnen getragenen Gipfelreihe. Vom Hauptkamm weg senkt sich eine weite, in große Stufen gegliederte, aber einheitliche Altform quer über die verschiedenen tektonischen und faziellen Einheiten hinweg nach Süden. Der oberste Flachstreifen folgt hier der Seewerkalkmuldenzone III; unter dem im Westen maximal 500 m breiten, gekappten Schrattenkalk-Gewölbezug IV folgt wieder ein neuer Flachstreifen im Seewerkalk der anschließenden Mulde IV. Im südlich anschließenden Gewölbe V fehlt die Schrattenkalkbrücke, die weite Nische der Kraialp, zu einer selbständigen Stufe ausgebildet, leitet von der Hochfläche der Zwinglipaßregion ins Hochtal der Teselalp über. Der untere Rand der Hochfläche, über einer Härtestufe des verkehrten, stark reduzierten Schrattenkalk-Mittelschenkels von GV absetzend, liegt in 1900 m Höhe (Abb. 9); der ganz flache Sattel gegen das nordöstlich sich vorerst nur allmählich absenkende Fählenalptal auf 2021 m (Zwinglipaß). Die noch heute unscharf verlaufende orographische Wasserscheide, sowie der kurze Einschnitt im Gewölbescheitel V zwischen Moor und Kraialpfirfirst gestatten die Annahme einer ehemals zusammenhängenden Talzone vom Moor weg über eine Hochfläche auf der hier noch doppelten Muldenzone IV und V gegen das Fählenalptal. Erst das viel raschere Rückwärtseinschneiden des Teselalptales entfernte das Schrattenkalkgewölbe der Kraialp, die diluvialen Gletscher folgten dem viel stärkeren Gefälle nach Süden, vermochten aber keine neue Talform auf der Hochfläche zu schaffen.

Die ganze Zwinglipaßregion bis unter den Bergkamm Moor-Nädlinger ist von einem Gewirr von Querbrüchen, die meist zu ganz beträchtlichen Klüften erweitert sind, durchzogen. Dazu gesellen sich die Karrenklüfte längs der Schichtköpfe, sowohl der Schrattenkalk- wie auch der Seewerkalkschichten und die oft schluchtähnlich eingetieften Gaultbänder. Es liegt eine etwa 2,5 km lange, 1 km breite Karrenregion vor (6, S. 180):

„Das Fehlen der Vegetation auf Schratten- und Seewerkalk und der starke Farbenkontrast der verschiedenen Kreidestufen erleichtert

die Beobachtung bedeutend. Die wild zerrissenen Karren des weißgrauen Schrattenkalkes und des leicht gelblichen Seewerkalkes, dem oft rote Schichten eingelagert sind, werden voneinander getrennt durch das tiefschwarze, üppig begraste Gaultband, das sich, wenn es nicht schneebedeckt bleibt, wie ein smaragdenes Sammetband zwischen den bleichen Kalken hinzieht. Diese Gaultbänder bieten, abgesehen vom Neokom der Kraialp, die einzigen Viehweiden und zugleich auch die einzigen natürlichen Verkehrswege in der Längsrichtung. Quer zu ihnen gehen dagegen breitere Bruchrinnen, in denen der Schnee vielfach liegen bleibt, bequeme Pfade ab.“

Der bedeutendste Bruch dieses Gebietes, der „Flecklibruch“ (6, S. 181) läßt sich bis in den Hauptgrat Nädliger-Altman und über den Kraialpfirst hinaus verfolgen. Die mittlere Streichrichtung ist rund NW-SE. Da wo der stark nach SE verstellte Ostflügel mit seinem Neokomkern an den Schrattenkalkzug des Westflügels stößt, hat sich ein gewaltiger Felszirkus in die Bergkette eingetieft; nach Osten begrenzt von der wuchtigen, nach den Plattenflächen des Schrattenkalks aus dem Ostflügel herausgeschälten Felsgestalt des Altman (Ansicht 6, S. 89). Aber weder im Hauptgrat, noch in der Zwinglipaßregion ist dieser Bruch auch orographisch ausgeprägt, der Westabsturz des Altman ist im Laufe der Abtragung an dieser Bruchlinie entstanden. Der Gipfelstock des Altman liegt auch als Ganzes auf der Südseite des Längskammes, da der Schrattenkalk am Ostfuß des Berges unter die südfallende Schichtfläche der Drusbergmergel abgetragen ist. Die typischen Dolinentrichter auf diesen wenig mächtigen undurchlässigen Schichten über einer stark zerklüfteten Kalkunterlage sind im Namen „Löchlibetter“ ausgedrückt. Diese Erscheinung kombiniert sich an den Gault- und Seewerkalkbändern öfter mit der Eingrabung größerer Trichter durch Schmelzwasserbäche, die nach kurzem Lauf in einer klaffenden Spalte des Schrattenkalks verschwinden.

Doch bleibt ein großer Teil der Trichter den ganzen Sommer über von Schnee gefüllt, diese erreichen auch nur dann, wenn ein ausgedehnteres Einzugsgebiet in den Trichter entwässert wird, bedeutendere Ausmaße.

Das Tal der Sämtisthur.

Das Sämtisthurl (Abb. 2) beginnt im Schafbodenkessel zwischen den Schichtkopf-Abstürzen der Altmankette und dem Lisengrat. Nur um 200 m ist hier der Rotsteinpaß als kurzes Querkammstück in die

über 2300 m hinaufreichenden Längsketten eingesenkt. Hier liegt die höchste Heraushebung aller Säntisgewölbe, von *Arnold Heim* für die Schratzen-Seewerkalkgrenze auf etwa 3000 m Höhe berechnet. Doch ist der Gewölbescheitel des mächtigsten dritten Säntisgewölbes nirgends mehr als Bergzug erhalten, es ist vielmehr das im Verhältnis zum Schichtbau am tiefsten abgetragene Gewölbe (6, S. 86—87) und zum Längstalzug geworden. Unweit des Rotsteinpasses treten auf den Valangienmergeln des Gewölbekerns in 2000 m Höhe die ersten Quellen auf und speisen den dauernd fließenden Bach, eine Seltenheit im Säntis.

Die Nordhänge des Schafbodentales sind dem Schichtfallen angepaßt und tragen eine fast geschlossene Grasdecke, die Südseite dagegen, von hohen Felsstufen gegliedert, ist steil und schattig, mächtige Schuttkegel reichen hier bis an die Talsohle herunter. Bei den Alphütten des Schafbodens tritt der nördliche Kamm weit zurück, der Talzug fällt über eine Felsstufe ab. Der Oehrlikalk-Gewölbekern ist gegen Westen freigelegt, etwa 80 m hoch bricht der Schichtkopf ab; dabei hat sich die Tallinie in den Mergelschichten des Südschenkels eingeschnitten, so daß hier die Gewölbeachse in die rechte Bergflanke geraten ist. Von 1710 m ab senkt sich der Talboden, von einem Schuttkegel aus der Schafbergkette breit aufgefüllt, steil zu der 300 m langen Terrasse von Flys auf 1490—1530 m ab. Aus der Schutt- und Moränendecke dieses Bodens hebt sich ein halbkreisförmig vor die Mündung des Aelplitales gelegter Wall deutlich heraus, der als Stirn- moräne eines „Aelpligletschers“ entstanden sein muß zu einer Zeit, als der Gletscher des Haupttales bereits zurückgeschmolzen war. Die mittlere Höhe seines Einzugsgebietes (ca. 2000 m) übertrifft auch diejenige des Schafbodentales (ca. 1850 m); es braucht also kein selbständiger starker Vorstoß des Kargletschers bis ins Längstal (Daunstadium) angenommen zu werden (27, S. 10), sondern die starke Moränenaufschüttung der Stufe Langenbühl-Flys entspricht einem längeren Stillstand des Rückzugs der Gschnitzvereisung.

Tappolet (27) unterscheidet hier noch drei weitere Moränenwälle, die von Hängegletschern der Schafbergkette herrühren. Doch sind diese Formen durch die frischen Schuttkegel verwischt, nur unter den Alphütten Langenbühl trennt eine 20 m tiefe Mulde einen langgestreckten Schuttwall vom Rückhang.

Die Säntisthur hat sich am Fuß des rechten Berghanges in die Moränenablagerungen eingeschnitten und nördlich des synklinal gebauten

Gersteinrückens eine kurze Schlucht in anstehendem Gestein unter der älteren Trogform geschaffen. Doch auch südlich wird der Kieselkalk-Felsstreifen des Gersteins durch eine breite Bachfurche herausgeschält; in dieses vom Weg überquerte Tälchen münden neben der oben erwähnten Langenbühlmulde die äußerst steilen Runsen der Nordwestwand des Wildhauser Schafbergs. Am Fuß dieser südlichen Längsfurche ist dadurch ein starker Schwemmkegel in das nun folgende Talbecken von Thurwies vorgetragen und die ursprüngliche Form des Talschlusses, der als reine Konfluenzstufe ausgebildet war, etwas verwischt.

Hier mündet von rechts der Tierwies-Flysalpkessel in das Längstal, in seinem unteren Abschnitt zu einer Kartreppe mit eng aufeinanderfolgenden Wandstufen ausgestaltet, bei völligem Fehlen einer Erosionsrinne. Eine nach ergiebigen Niederschlägen sehr starke Quelle entspringt in den fast senkrechten Schrattenkalk-Plattenschüssen etwa 20 m über der Schuttfläche des Talbodens und hat noch keinen Einschnitt in die Wand bewirkt. Unter dieser Stelle liegen im flachen Schuttkegel zwei Gruppen starker Quellen, ihre Wassermenge entspricht derjenigen der Sämtisthur, diese Quellbäche vermögen aber auf dem stärker geneigten Geröllboden der hinteren Thurwies ebensowenig wie die Sämtisthur sich ständig oberirdisch zu halten. Erst mit dem Aussetzen der Schuttdecke gegen die Tentschoraschlucht tritt die nun ansehnlich gewordene Sämtisthur über den Valangien-schichten aus.

Die Auffüllung und noch andauernde Erhöhung des Trogbeckens der Thurwies erfolgt also keinesfalls durch die ständigen Bachläufe, sondern durch die zwei hier mündenden, großen Runsenzüge, in denen die Lawinen alljährlich neue Trümmersmassen herunterführen, während kleinere Felsstürze nur vereinzelt den Alpboden erreichen. Der mächtigere südliche Gesellenschuttkegel hat wahrscheinlich einen älteren Taleinschnitt zwischen dem Burstel und der Gamplütalp versperrt und den Fluß an den rechten Berghang gedrängt; doch zeigt schon das Querprofil bei Tentschora ein oberes trogförmig ausgeweitetes Stockwerk, in das mit senkrechten Wänden die frische Schlucht zurück-schneidet.

In Burstel wiederholt sich der Synklinalstreifen des Gersteins in bedeutenderem Ausmaße. Von 1210 m Höhe des Thurwiesbodens fällt das Tal über die so klar angelegte Stufe des Burstel auf 1090 m herab, ohne daß hier eine verstärkte Ausräumung durch Wechsel des Gesteinsmaterials oder infolge einer Zunahme der Wassermenge mit-

gewirkt hätte. Hingegen ist eine Beziehung zu den tektonischen Abbrüchen der Wildhauser-Schafbergkette in der Gamplützone sicher anzunehmen. Die Entstehung des Talbeckens von Lauisboden-Alpli kann so nur aus der sprunghaft verstärkten Tiefenerosion des Gamplütarmes des Rheingletschers erklärt werden, dem an dieser Stelle die Eismassen des Säntisthurgletschers und Schrenitkares zufflossen, ohne daß eine Möglichkeit seitlicher Ausdehnung geboten war. In 1600 m Höhe wird die Eisoberfläche hier gelegen haben und die Volumen der beiden Gletscher können nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Es muß also an der Vereinigung derselben ein Kolk entstanden sein, wobei in dem tektonisch stark zerrütteten Gestein die Stufe vertieft wurde.

Mit dem Absinken der Eisdecke unter 1300 m verschwand der Gamplütarm des Rheingletschers schon ganz, während der Säntisthurgletscher erst unwesentlich zurückging. Dieser überfloß nun im Alpliboden einen scharfen Gefällsknick am Austritt der steilen Engtalstrecke und arbeitete an dieser Stelle weiter in die Tiefe. Mit dem Rückzug des Eises aus dem Bühllande wurden die flachen Trogböden von grobem Moränenschutt überdeckt, doch sind nirgends mehr deutliche Wallformen erhalten. Bei dem Fehlen von Hochwasserfluten im Säntisgebirge vermag die Säntisthur nicht die gegenwärtige Höhe der Schuttdecke in den Talwannen zu verändern; ihr Bett liegt völlig flach in den Alpweiden, das Wasser wird nur bei langanhaltendem Regen getrübt.

Unter dem Lauisboden beginnt die Quertalstrecke der Säntisthur. Ihren Durchbruch ins Längsthal von Unterwasser durch die Bergkette Schwendegrat-Stein habe ich in dem betreffenden Abschnitt dargestellt, es soll hier nur noch auf einige Einzelformen hingewiesen werden.

Eigenartig ist das Fehlen einer Talstufe an dieser Stelle; das Antiklinaltal im Kern des Gewölbes III ist bis auf die Tiefe des Schrattenkalkrückens des hier noch verborgenen Gewölbes VI abgetragen. Im Egglwald ist nun noch eine höher liegende Schwelle erhalten, an den widerständigeren Schrattenkalkstreifen des Gewölbeschenkels gebunden. Von Rundhöckern überzogen, liegt zwischen 1080 und 1140 m Höhe eine kurze Trogschulter, in die der heutige Talboden bis auf 1050 m hinunter eingesenkt ist. Das entsprechende ältere Talsystem kann aber nicht eindeutig nachgewiesen werden; vermutlich entspricht ihm der Riegel des Burstel (heutige Höhe 1230 m) und ein Verflachungsstreifen im „Laub“wald (1210 m). Die Zuge-

hörigkeit der breiten Alpterrasse von Trosen zu diesem Talsystem (1290—1330 m), welche ganz unabhängig vom Schichtbau verläuft, ist möglich; eine entsprechende Talbodenstrecke bei Langenbühl oder den Karnischen der Flysalp zu konstruieren wäre jedoch völlig hypothetisch. Das Alter eines solchen Systems müßte ohne Kontrollmöglichkeit, nur nach den Eintiefungsbeträgen wohl schon als Präriß geschätzt werden.

Das fast ebene, breite Becken Kühboden-Ennetthur liegt über dem Muldenstreifen V, und wurde vor der Stirn des sich rasch zurückziehenden Gletschers in seiner nördlichen Hälfte von grobem Blockschutt überzogen, der zur Hauptsache einem infolge des Abschmelzens des Eises noch auf den Gletscher niedergegangenen Bergsturz entstammen dürfte. Der Querschnitt dieses letzten Talstückes vor der Einmündung in die große Längszone der Amdener-Wildhauser Mulde zeigt deutlich die Formung durch den Sämtisthur-Lokalgletscher. Die konkaven Seitenhänge setzen an einer ziemlich gleichmäßig erhaltenen Schnittlinie gegen die flachere Haupttalböschung aus, erst im Gebiet der Senonmergel des Längstales verwischen sich diese Züge, ohne daß die hier stärkere Abschwemmung die Stufe vom Wildhauser Tal torso her zurückzuschneiden vermocht hätte. Im Quertalstück sind auf dem breiten Gewölberücken die fruchtbaren Gaultschichten in großer Ausdehnung freigelegt, darunter schneidet die Sämtisthur in einer schmalen frischen Kerbe das Schrattenkalkgewölbe VI an und hat auf einer kurzen Strecke eine wilde Karstklamm mit höhlenartiger Ausweitung der Felsklüfte geschaffen.

Der Neuenalp-Gräppelen-Lauialp-Talzug.

In der westlichen Verlängerung des Sämtisthur-Antiklinaltales ist zwischen der nördlichen Kette (Neuenalpspitz-Windenpaß-Schafwies) und dem Schwendegrad im Süden ein in mehrere Talstücke zerfallender Längstalstreifen eingesenkt. Wie das Sämtisthurtal ist er zur Hauptsache aus den weicheren Neokom- und Valangiensichten des Kernes des dritten und mächtigsten Sämtisgewölbes ausgeräumt. Die Untersuchung von Rutishauser (24) hat aber das Vorhandensein großer synklinal gebauter Längsschollen, an steilen Schubflächen in der Streichrichtung abgesunken, ergeben. (24, S. 29) schreibt Rutishauser: „Doch halte ich das ganze Gebiet von Riedegg, eventuell schon von Unterstofel an bis in die Gegend von Burstel für ein zusammenhängendes großes Einsenkungsgebiet. Der Schub aus Süden hat wohl

nach erfolgter Einsenkung noch angedauert. Einsenkung und andauernder Schub haben sich tektonisch ausgelöst bis hinein in die Mulde I.“ Eine Erklärung der frühesten Talentwicklung habe ich schon im Zusammenhang mit der Entstehung der Rinnen auf der Südseite des Schwendegrates versucht (S. 149—150).

Der westlichste Abschnitt dieser Längstalzone weist zwei völlig verschiedene Formengruppen auf: die untere, enge und steilwandige Erosionskerbe des Neuenalpbaches in den weicheren Schichten des Gewölbekernes III, darüber flachere Hänge und von Unter-Stofel aufwärts ein breiter Talboden mit viel geringerer Steigung. Dieses obere Neuenalptal ist in jeder Beziehung die Fortsetzung des weiten Beckens von Hintergräppelen, die trennende Moränenbarriere wird schon von *Arn. Heim* als Endmoräne eines Gräppelenarmes des „Rotsteingletschers“ aufgefaßt und dem Bühlstadium zugewiesen (6, S. 517). *Tappolet* hat den Verhältnissen dieses Gebietes einen längeren Abschnitt gewidmet; er weist auf die Unmöglichkeit hin, hier verschiedene Phasen der Aufschüttung nachzuweisen (27, S. 13): lokale Grundmoräne kann nicht von Gehängeschutt, angeschwemmte Alluvialmassen können nicht von verschwemmten Moränenablagerungen auseinandergehalten werden.

Die Mächtigkeit der Moränenablagerungen bei Riedegg ist unbekannt, der eigentliche Moränenwall erreicht aber nicht viel über 20 m Höhe. Ein Sattel bestand hier jedenfalls schon vor der letzten Hauptvergletscherung und infolgedessen auch bereits die Trennung in zwei verschiedene Abflußgebiete, die heutige Anordnung der Entwässerung ist also keinesfalls erst dem Bühlstadium zuzuschreiben. Eben- sowenig läßt sich die Altersstellung der Moränenbarriere von Riedegg eindeutig festlegen: wie die Grundmoränendecke der ganzen Talzone besteht auch sie vorwiegend aus umgelagertem, älterem Aufschüttungs- material, während die letzte Gestaltung der Formen durch das Eis in der Bühlzeit erfolgte. Damit die Gletscher der Neuenalpspitz-Schaf- wies - Kette noch selbständig vordringen und sich zu einem großen Talgletscher Hintergräppelen-Lauialp vereinigen konnten, ist eine Lage der Schneegrenze auf etwa 1400 m auf der Südseite des Gebirges erforderlich.

Nach dem Rückzug des Eises erfüllte vorübergehend ein See das flache Becken, das Fehlen von Aufschlüssen verhindert aber die Aufhellung der stattgehabten Entwicklung. Weder der flache Ried- boden noch die Hänge darüber zeigen deutliche Terrassen; heute verschwindet das kleine Riedbächlein, ohne weiter erodieren zu können,

in einem Felstrichter am Fuße der südlichen Bergkette. Die geringe Wassermenge läßt vermuten, daß im Untergrund noch andere Versickerungsstellen vorhanden sind. Der Wiederaustritt des Wassers erfolgt in den Quellen nördlich der Thur bei Starkenbach; die etwas näher gelegenen Quellen von Alt-St. Johann werden, wie *Rutishausr* vermutet, wohl aus dem Churfirstengebiet gespeist.

Ungefähr auf derselben Höhe wie das Gräppelenried liegt in dem nach E schmaler werdenden Talgebiet der kleine Gräppelensee. Die Verhältnisse sind ganz analog: auch hier bestand wahrscheinlich einmal ein flaches Becken mit einem unterirdischen Abfluß, doch ist die Moränenüberdeckung stark genug, um den Untergrund völlig abzudichten. Der See wird von einem unbedeutenden Moränenzug abgedämmt und ist durch den kleinen Zufluß im Westen schon zur Hälfte verlandet. Etwa 200 m östlich des Seeleins liegt eine, sich gegen die rezente Bachkerbe deutlich absetzende Stufe von 30 m Höhe; das Tal biegt über die konvexe Schulter nördlich ab, in dem langgestreckten Trogtal fließt nun der Seebach zur Lauialp hinunter.

Der schmale, von verschwemmten Lockermassen gebildete Talboden wird von zahlreichen Bergsturz- und Schuttkegeln auf der nördlichen Talflanke begleitet; das leicht verwitterbare und meist stark zerstörte Gesteinsmaterial trägt aber guten Alpboden (kein Schrattenskalk-Schutt vorhanden). In 1200 m Höhe bricht das Längstal ganz unvermittelt in das Sämtisthur-Tal ab; am Stufenrand hat sich der Seebach schon so weit eingeschnitten, daß schöne Aufschlüsse mächtigen grobblockigen Moränenmaterials entstanden sind. Es ist hier in die Nische des Nebentales eine große Seitenmoräne des Sämtisthur-Rotsteingletschers abgelagert worden, über die sich seither noch der Gehängeschutt ausbreitete. Die Stufe aus dem Gräppelental zur Sämtisthur hinunter hat eine Höhe von 150 m; davon ist ein sehr wesentlicher Teil infolge der Aufdämmung des Seitentales durch die Moränenmassen zustande gekommen. In 1140 m Höhe deuten Quellen die anstehende Talsohle an.

Zusammenfassend ist der ganze Längstalstreifen von der Neuenalp bis zum Sämtisthur-Tal am Fuße des Wildhauser Schafbergs als eine tektonisch bedingte Tiefenzone zu bezeichnen, deren Ausbildung durch die auftretenden, wenig widerständigen Gesteinsschichten begünstigt wurde. Trotz der Nähe der tiefen Erosionsbasis im Thurtal blieb die Ausräumung später infolge der Entstehung einer unterirdischen Entwässerung zurück und die letzten Vergletscherungen brachten dann vorwiegend eine Verschüttung der Talsohle.

Das Gebiet von Gamplüt, Lisigweid und der Teselalp.

Diese ausgedehnten Hochflächen brechen rund 300 m über dem Talboden von Wildhaus ab und leiten rückwärts zu dem heute keine entsprechende untere Fortsetzung mehr besitzenden Hochtal der Teselalp hinauf. Die Einzelabschnitte sind so verschieden ausgestaltet worden, daß der alte Zusammenhang heute völlig verwischt ist. Auch hier müssen die tektonischen Verstellungen noch angedauert haben, als die Taleintiefung schon weit fortgeschritten war. Der mächtige kesselförmige Talschluß an den Simmiquellbächen liegt auf der Höhe von Wildhaus (1100 m); der von dieser Stelle in SE-NW-Richtung ausgehende Talzug über Bodenalp und Stofel zur Gamplütalp kann nicht als gewöhnliche Erosionsform entstanden sein, sondern ist mit der großen tektonischen Störung am Westende der Wildhauser-Schafbergkette in Verbindung zu setzen. Die Ausgestaltung der Oberfläche wurde durch die Eisströme, die sich hier verbanden und nach Westen wiederum in zwei Arme schieden, jeweils stärker beeinflußt, aber ein bedeutendes Ausmaß wird der glazialen Eintiefung auch hier nicht zukommen. Es kann aber die Frage aufgeworfen werden, ob die Ausräumung dieses zum Haupttal parallelen Talzuges Lisigweid-Gamplüt-Alpli gegenüber dem in der Einschneidung zurückgebliebenen Teselalptale durch die viel größeren Eismengen eines Rheingletscherarmes zustandekommen konnte. Jedoch entspricht die grabenartige Einsenkung in den Lisigweidrücken und der scharfe Abfall von der Frosalp so eindeutig den tektonischen Querstörungen der Wildhauser-Schafberg-Westseite, daß auch für das Teselalptal-Westende eine tektonische Entstehung gegeben ist. Hingegen ist der ehemalige Bergrücken vom Schafberg gegen den Frosalpvorsprung im Muldenzug V durch das selektiv abtragende Eis entfernt und dadurch sind die frischen, geschlossenen Felswände über der Frosalp herausgeschält worden.

Die ständig wirkende Denudation genügt nicht zu einer vollständigen Herausarbeitung des nach Westen einsinkenden Gewölbezuges VI. Ueber einem steilen Anstieg vom Wildhauser Talboden verflacht sich das Gelände nach oben immer mehr, die Lisigweid liegt auf dem breiten Gewölberücken; eine ebene Alpfläche erstreckt sich westwärts über die hier morphologisch gar nicht in Erscheinung tretende Synklinale V bis an den Fuß der hoch aufragenden Steinkette. Die von einzelnen tieferen Querrinnen und vielen Terrassen überzogene Berglehne zeigt eine starke Unabhängigkeit von der geologischen Zusammensetzung des Untergrundes, eine mehr oder weniger zusammen-

hängende Moränendecke überzieht das Gelände und füllt besonders die breiten Rinnen, während die einzelnen Felsrücken zu Rundhöckern abgeschliffenen Schichtköpfen entsprechen. Gegen Osten treten die Wiesenflächen zurück und die Waldstreifen verdichten sich im steiler werdenden Hang zum geschlossenen Hochwald; hier ist im Schrätkalk auch noch starke Karrenbildung vorhanden (etwas unter 1300 m Meereshöhe herunter).

Nach Westen sinkt das Gelände flacher als die Gesteinsschichten ab; die Lisigweid geht in einen langgestreckten breiten Bergrücken über, der durch eine flache Mulde (Schnurweid) vom Abfall der Steinkette getrennt wird. In dieser Senke treten mehrere Quellen aus, so daß ein ständig wasserführendes Bächlein sich in die weichen Flyschgesteine der Muldenzone V einschneidet. Dieses Tälchen entspricht der Verflachung drüben am Fuß des Schwendegrates.

Die Lisigweid wird nach NE von einem fast horizontalen tafelförmigen Rücken in 1360 m Höhe abgeschlossen. (Die alte fehlerhafte Karte zeigt 1335 m). In gerader Linie zieht dann der Abbruch zur Bodenalp und dem Gamplütboden quer über den Antiklinalstreifen VI und die Synklinale V, er schließt an den steilen Abfall des Steins gegen E mit seinen merkwürdigen tektonischen Störungen an. In der Scheitelzone der Talrinne zwischen Hag und dem Riedboden sind die geologischen Verhältnisse durch starke Moränenüberdeckung verhüllt, doch ist die nordöstliche Begrenzung des Tales genau parallel zur südwestlichen. Die Grabensohle verflacht sich genau an der Kreuzung mit der Bergkette Stein-Mietplätze zu einem ebenen Riedboden in 1325 m Höhe, während der südöstlich außerhalb des Gebirgszuges liegende Moränensattel auf 1352 m hinaufreicht. Ähnlich wie im Gräppelental hat auch hier die letzte Vergletscherung aufschüttend gewirkt und hinter dem angehäuften Moränenriegel, der seine jetzige Form durch einen Vorstoß des Sämtisthurgletschers zur Bülzeit erhalten haben wird, kam es zur Bildung eines Sees, der aber rasch vermoorte. Heute hat wieder die Verkarstung eingesetzt, der Abfluß des Riedes verschwindet nach kurzem Lauf, sowie er auf anstehendes Gestein übertritt, auf der Linie der Querstörung am Ostende des Stein.

Die zwei Hauptdislokationen zu jeder Seite des Wildhauser Schafbergs, der NW-SE streichende Gamplütbruch und der NNE-SSW bis fast N-S streichende Schafboden-Bannwald-Bruch, stoßen im Scheitel des Gewölbes VI aufeinander. In dieser Zone starker tektonischer Zerrüttung und andauernder Hebung des Ostflügels mit dem Keil der

Frosalp ist das wenig weiter westlich noch vollständige Gewölbe bis in den Neokomkern abgetragen. Von den kurzen, steil eingeschnittenen Rinnen des westlichen und des östlichen Quellbaches der Simmi, welche subsequent der Grenze zwischen der helvetischen Säntisdecke und der ultrahelvetischen Flyschdecke folgen, führt der dritte mittlere Quellbach nur wenig eingeschnitten über den Südschenkel des sechsten Gewölbes in die breite, auf drei Seiten von steilen Berghängen umgebene Nische Unteregg hinauf. Ihre Höhenlage (1120 m) läßt diese Nische als äquivalent den Wildhauser- und Schönenboden-Terrassen erscheinen, doch überdecken noch Lokalmoränen des Bühlstadiums den kleinen Talkessel. Während der Südschenkel des Schrattenkalkgewölbes von Lisigweid über Egg und wieder hinauf zum Gulmenwald weggeräumt wurde, ist im Nordschenkel unter der Frosalp und der Mündung des Teselalptales infolge der Untergrabung der Schichtköpfe ein Steilabfall von 200 m Höhe entstanden. Die obersten Schrattenkalkschichten fallen viel flacher gegen den Berg ein, daher sind hier auch senkrechte Wände ausgebildet.

Schluchtartig ist der nur zur Zeit der Schneeschmelze wasserführende Bannwaldbach in den Schrattenkalk eingeschnitten. Die größere Steilheit der Westseite mit dem mehr zurücktretenden östlichen Berghang weist auf die tektonische Verstellung mit relativer Hebung des Frosalpkeiles hin, die Sprunghöhe erreicht kein großes Ausmaß.

Der Rücken der Frosalp liegt plateauartig, hoch über dem Bannwaldkessel. Auf Seewerkalken der Muldenzone V senkt sich der wellige Alpboden vom höchsten Punkt in 1447 m Höhe konvex nach NE zur Austrittsstelle des Teselalptales bei 1380 m, während nach SW ein schärferer steiler Abfall zur Bodenalp-Gamplüttalung vorliegt. Der ganze Rücken der Frosalp zeigt glaziale Ueberformung, das Eis floß in der Richtung des Schichtstreichens und hat langgestreckte, flache Rundhöcker hinterlassen; ich habe schon weiter oben darauf hingewiesen, daß hier sehr wahrscheinlich vom Gletscher eine frühere, südliche Verlängerung des Schafbergs abgetragen wurde. Der Abfluß des Teselalptales bog schon primär an dem tektonisch vorgezeichneten Querdurchbruch ins Haupttal östlich Wildhaus hinaus.

Das Teselalptal ist in seiner ganzen Erstreckung ein Synklinaltal. Die untersten Hänge der rechten Talseite werden von grobblockigem Gehängeschutt, Bergsturztrümmern und Moränenmaterial in sehr bedeutender Mächtigkeit gebildet, ohne daß sich besonders ausgeprägte Formen zeigen. In dem einfach gebauten Talzug ist wohl nie viel

Felsmaterial vom Gletscher verfrachtet worden, der Eisrand verlief geradlinig und die Abschleifung des Untergrundes konnte höchstens feinen Schutt liefern. Die so regelmäßige Trogform ist aber nicht mit der Muldenform der Synklinale gleichzusetzen; auch auf der ständig im Schrattenkalk liegenden südlichen Talseite ist die Oberfläche eine Schnittfläche und im Anstieg der Nordseite zur Kraialp tritt man schon wenig über der Talsohle vom Seewerkalk auf Schrattenkalk hinüber und die hochgelegenen Terrassen sind durch den völligen Abbau des Schrattenkalkscheitels im fünften Gewölbezug bedingt.

In 1750 m Meereshöhe erst wird das Tal von einem Schuttwall verbaut; dieser ist durch einen Bergsturz aus dem Gätterifirst entstanden und staut das Tal zu einem großen Kessel „Gruben“ auf (6, S. 300). Die hochgelegenen Mündungen der Kraialp und des Schafbodenkessels in das Längstal bewirken keinerlei Veränderung im Verlauf von dessen steiler Felsumwandung; es fehlt eben jede oberflächliche Entwässerung und die Gestaltung von Konfluenzstufen ist wegen des kleinen Ausmaßes der Kargletscher ausgeblieben.

Gulmen und Gätterifirst.

Das südlichste Säntisgewölbe, schon oberhalb Unterwasser ausgebildet, aber bis zum Bannwaldkessel nicht als selbständige Bergkette entwickelt, steigt östlich von diesem ganz unvermittelt in einem Zuge bis zu 1650 m Höhe empor. Daran schließt sich weiter der breite Gulmenrücken mit geringerer Steigung an, in seinem höchsten Punkt am Ostende auf 2000 m hinaufreichend. Das Schrattenkalkgewölbe ist noch voll erhalten, pultähnlich liegt der breite Bergrücken den Schichtflächen auf, während die beiderseitigen Abdachungen in die Schichtbänke einschneiden und besonders der steile Südabfall aus der Zurückwitterung des flach liegenden Kalkgesteins hervorgegangen ist. Der ganze Gulmenzug ist bis an die Waldgrenze hinauf von Krüppelholz bewachsen und schwer zugänglich, die Verkarstung dabei sehr intensiv und dem Wassermangel ist auch das Ausbleiben einer alpwirtschaftlichen Erschließung zuzuschreiben. Oestlich des Gulmen bricht das Gewölbe im Scheitel auf, das Neokomfenster der Alp Plangg scheint aus dem Absinken des Südschenkels an senkrechten Querbrüchen hervorgegangen zu sein. Die östlichen Bruchschollen sind auch in der Richtung verstellt; es liegt dazu eine bedeutende Längsdislokation vor, durch Schenkelbrüche ist auf der ganzen Strecke vom Gulmen bis zum Hohenkasten der Scheitel des Gewölbes verhältnis-

mäßig ausgeweitet worden. Nur im Furgglenfirst blieb eine breite Scholle unverändert und weist daher auch noch das volle Schrattengewölbe auf. *Heim* bezeichnet eine solche Dislokation als „verstärkenden Längsbruch“ (6, S. 46), sie bedeutet eine Steigerung der Faltung, ein Herausdrängen des Gewölbekerns nach oben und außen.

Die Verbindung eines solchen großen Längsbruches mit zahlreichen kleineren Querbrüchen führte zu einer starken Zertrümmerung des spröden Schrattenkalkes, der Südschenkel ist hier auch tief abgewittert und der Neokomkern im steilen Rheintalhang aufgedeckt. Der Schrattenkalk-Nordschenkel hingegen, senkrecht einfallend und nach oben nur leicht gegen SE abbiegend, trägt nun den isoklinalen Gebirgskamm. Ein schmaler, zackiger Längsgrat, von scharfen Breschen durchsetzt, die längs den Querbrüchen den Kamm zerschneiden, so stellt sich die südlichste Säntiskette, im Gätterifirst und den Kreuzbergen in auffallend gleichbleibender Höhe dem Beschauer aus dem Rheintal dar. Die äußerst steilen Neokomhalden unter den Felstürmen bilden dagegen fruchtbare Alpweiden; es sind Schafwiesen oder Heuberge, da für Rinder das Weiden zu gefährlich wäre.

Das ausgedehnte Wiesen- und Waldgebiet in der Flyschzone zwischen der Simmischlucht und Sax bildet einen ganz andersartigen Sockel der Gebirgskette. Er ist gekennzeichnet durch die weichen, undurchlässigen und Rutschungen ausgesetzten Mergelschiefer. Im Gegensatz zu den trockenen Alpflächen der Kreidezone herrscht hier Ueberfluß an Wasser und zahlreiche Bachgräben und Runsenzüge durchschneiden die Hänge. Die Moränendecke ist zum Teil abgespült. Bewaldung und das Fehlen zusammenhängender Aufschlüsse erschweren eine geologische Kartierung, die hier bisher noch nicht durchgeführt wurde. Die ganze Berglehne wurde überdies von der letzten Vergletscherung stark überformt und zeigt zahlreiche schmale Terrassenleisten mit kleinen Längstälchen. Eine breitere und zusammenhängende Terrassenfläche oberhalb von Gams in 700—680 m Höhe (Zollhaus-Münschenberg) und 630—620 m bei Halderhäuser zeigt wahrscheinlich den Trogrand des Bühl-Rheingletschers an.

Ich bin in der Behandlung der südwestlichen Hälfte des Säntisgebirges bisher auf viele Einzelheiten eingegangen und habe besonders den tektonischen Verhältnissen, welche hier allen Landschaftsformen zugrunde liegen, einen großen Platz eingeräumt. Dabei ergab sich, daß in vielen Fällen doch ein auffälliges Abweichen der Bergketten oder des Verlaufs von Tälern von der Gewölbe- und Muldenanordnung und

somit dem Schichtbau vorhanden ist. In der Behandlung des nordöstlichen Gebirgsteiles kann ich, um Wiederholungen zu vermeiden, von einer vollständigen Beschreibung absehen und nur die wesentlichen Züge anführen, um etwas ausführlicher auf einige Abweichungen von der allgemeinen Bauentwicklung einzugehen.

B. Der nordöstliche Säntis.

Die Nordkette.

Schon in dem 100 m tiefen Einschnitt zwischen Säntisgipfel und Gyrespitz ist die erste Synklinale gekennzeichnet; nach E fällt das breite, den überliegenden Gewölben entsprechend asymmetrisch gebaute Fehlalptal steil ein; dadurch ist der Antiklinalzug I im Gegensatz zum Westsäntis als selbständige Bergkette entwickelt und zeigt eine einfache, nur durch Querstörungen komplizierte, selektive Gliederung. Das überhängende Gewölbe ist bis in den Valangienkern aufgedeckt, der Hauptkamm auf 3 km Länge bis in die Hängetentürme in die Valangienkalk-Schichtköpfe des steil aufgerichteten Südschenkels gerückt. Darunter ist der Kieselkalk zu einer breiten, flachgeneigten Hochfläche mit riesigen Karrenbildungen besonders an den Schichtklüften abgetragen. Im Nordhang steigt der Vorderschenkel der Valangienkalke mit dem Oehrli bis zu der Höhe des Hauptkammes empor, das eigenartige Antiklinaltal der Oehrigrub ist hier in Gipfelhöhe ausgebildet und von karähnlichen Dolinentrichtern überzogen (6, Taf. III Pr. 14). Längs einer mächtigen Querdislokation an der vorderen Wagenlücke sinkt der Gewölbesüdschenkel in die Tiefe; ähnlich wie im sechsten Gewölbe sind auch hier verstärkende Längsbrüche beteiligt und in der Altenalp liegt die ganze Südseite des Berges auf oberen Valangienmergeln. Ueber dem enggepreßten Gewölbekern ist hier unabhängig von dem Gestein eine breite Verebnung in 1590 m Höhe vorhanden. Der Rückhang ist von Geröllhalden überschüttet, die ganze Form erinnert aber noch an eine karähnliche Eintiefung auf den relativ weichen aber doch gut durchlässigen Mergelkalkschichten. Man könnte ebensogut die Altenalp als eine große Schneedoline bezeichnen. Oestlich von ihr schließt sich das Valangien-Kalkgewölbe wieder im Schäflergipfel (1923 m).

Eines der schönsten Beispiele selektiver Herausschälung der Bergformen bietet der nun folgende Abschnitt vom Schäfler über die Tafel des Zisler zur Ebenalp. Infolge des Einfallens der Gewölbeachse nach

Osten, das von steilen Verwerfungen verstärkt wird, setzt am Neuenalp-Schiblerbruch wieder die Schrättkalkhülle ein; wenig weiter östlich ist nochmals aus dem aufrechten Gewölbe das Mittelstück entfernt. Der tiefe Garten-Talkessel reicht von der Nordseite der Bergkette schief über dem Gewölberücken an den Scheitel heran, wo nur eine schmale Schichtbrücke bei Klus die beiden Schenkel verbindet (6, Taf. III, Pr. 18).

Es ist also ein Antiklinaltal in den flachgebogenen Gewölbescheitel eingesenkt, auf beiden Seiten von senkrechten Felswänden begleitet. Eine nördliche breitere Schulter sinkt rasch ab zu dem offenen Tal-
ausgang, der schief am Gebirgsrand abschneidet, 250 m über den höchsten Alpweiden des Vorlandes und ohne jede Beziehung zu diesem. Der südliche, von zahlreichen kleinen Querbrüchen durchsetzte Gewölbescheitel ist im Zisler nur als schmale Mauer erhalten, „eine Scheitelrippe“ von Schrättkalk. Diese verbreitert sich nach Osten wieder zum vollen Gewölbeschenkel der Ebenalp. *Albert Heim* gibt S. 147—157 eine ausführliche Beschreibung dieser Region und weist auf die Bedeutung der Brüche für die Oberflächengestaltung hin. Am Bommenbruch sinkt der Berg um nahezu 400 m senkrecht ab. Schon auf der Ebenalp und in noch stärkerem Maße auf der tieferen Bommenalp ist die Seewerkalkdecke erhalten und damit stellt sich auch wieder guter Alpboden ein. Die tafelartige Bommenalp ist als tektonische Scholle zu bezeichnen, gegen Osten biegt die Gewölbeachse steil ab und taucht unter das Flyschgebiet von Schwende. (Längsprofil: 6, S. 155). Die Formen der Berggruppe sind tektonisch bedingt und geben wenig Hinweise auf den Gang der Entwicklung; doch wird das Relief schon weitgehend ausgeglichen gewesen sein, als die jüngsten Querdislokationen und damit die verstärkte Heraushebung des Gebirges einsetzten. Es ist möglich, daß Ebenalp-Bommenalp das Erbe einer alten Flachform darstellen, welche über dem bereits von zahlreichen Querbrüchen durchsetzten Gewölbescheitel entstanden war und bei erneut einsetzender Hebung des Gebirges an alten Bruchflächen in große Schollen zerrissen wurde. Das Längsprofil Zisler-Ebenalp-Bommenalp (6, S. 155) zeigt die zwei Arten der vertikalen Verwerfungen und das flexurähnliche Absinken der Gewölbeachse nach Osten.

Das zweite Gewölbe ist östlich des Säntisgipfels zur regelmäßigen Monoklinalkette der Roßmad entwickelt, die geradlinig gegen Meglisalp absinkt. Die senkrechten Wände im Ausstreichen des Schrättkalks über dem freigelegten Neokomkern der Nordseite und eine steile,

von Karren zerfurchte südliche Abdachung bei treppenförmiger Herauswitterung der Schichtflächen sind bezeichnend für die stark nach Norden überliegende, isoklinale Faltung. Von 1800 m Höhe bricht vor der Meglisalp der Gewölbeschenkel unvermittelt ab, 500 m tief ist ein Querschnitt des Berges freigelegt und in die Verlängerung der Kette legt sich ein breites Tal mit aufgeschütteter Sohle.

Die Schrattenkalkplatte der Roßmad zieht im Sockel der von Süden vortretenden Marwies weiter, während die vom Großschnee bis zur Meglisalp ausgeräumte Synklinalzone II in die Wände der Gloggeren hinaufstreicht. Hier sind die Beziehungen zwischen dem ersten und dem zweiten Gewölbe nicht ganz klar; das Säntisgewölbe sinkt an der großen Transversalverschiebung, die schon das Gyrespitzgewölbe zwischen den Hängeten- und Altenalptürmen durchschert, unter das Seealptal und wird von dem wenig nördlicher liegenden Hüttenalpgewölbe (II c) abgelöst. Der im oberen Fehlalptal auf nur 20 m reduzierte Seewerkalk der Mulde I verbreitert sich talaus erst auf 200 m und verschwindet wiederum zwischen Steckenberg und Seealpsee. Infolge der longitudinalen Schenkelbrüche ist der Neokomkern des ersten Gewölbes über die Seewerkalkschichten der Mulde herausgedrückt (6, Fig. S. 63); der Nordschenkel des zweiten Gewölbes ist vollständig abgetragen oder in der Tiefe verdeckt. Die lange und tief eingeschnittene Talinie vom Seealpboden über den See und die Schwendebachschlucht nach Wasserauen streicht quer über den Gewölbescheitel II hinweg. Es lagen hier noch bedeutende Komplikationen des tektonischen Baues vor, die durch die Ausräumung des Längstales der Beobachtung entzogen sind. Schon *Albert Heim* nimmt einen Zusammenhang dieser Störungen mit der fortschreitenden Abtragung der Oberfläche an (6, S. 65): „In den tieferen Teilen ging die Faltung in völlig geschlossenem Gebirge vor sich. Höher oben hatten gegen das Ende der Faltung schon Längstalausspülungen auf den Muldenzonen begonnen. Wenn weiterer Zusammenschub das Gewölbe enger pressen wollte, so wurde der Gegendruck nach oben und außen zuerst im Gewölbeschenkel geschwächt, und dementsprechend konnten Ausweichungen in jener Richtung eintreten.“

Der Einschnitt des Schwendebaches im Gewölbescheitel II c bei Reslen und die steile Schlucht nach Wasserauen hinunter sind wohl als Rückwärtsverlegung einer durch den Sax-Schwende-Bruch entstandenen Talstufe zu erklären, bei starker glazialer Abschleifung des in spitzem Winkel über das Tal hinwegstreichenden Schrattenkalkschenkel des Hüttengewölbes (Abb. 10). Dabei muß für den kurzen Ein-

schnitt bei Reslen der Einsturz der Kalkdecke durch den noch heute zum Teil unterirdisch verlaufenden Seeabfluß bewirkt worden sein. Von der alten Fortsetzung des Seealptales vor der Aufschneidung des Gewölbes IIc ist die Terrasse der Hüttenalp übriggeblieben, die aber nicht mit der gleich hohen Terrasse von Bommenalp in Verbindung gebracht werden kann.

Die mittleren Ketten: Altmann-Hundstein und Marwies-Alpsiegel.

Der Südschenkel des mächtigen dritten Gewölbes streicht vom Altmann gegen das Fählental hinaus. Etwas weiter nördlich ist eine Sekundärfalte ausgebildet, die nach Osten zusehends an Tiefe gewinnt; dem verdreifachten Schichtkörper ist hier ja auch die Massigkeit der Gebirgskette zuzuschreiben, deren Nordabfall in den Kern der Antiklinale eingeschnitten ist. In der Mitte zwischen Altmann und Hundstein setzt der Schrattenkalkkern der Nebenmulde ein, während gleichzeitig der Außenschenkel stärker abgetragen ist und in die Tiefe sinkt. Damit streicht der Hauptkamm zwischen Fählenschafberg und Hundstein (2159 m) über die Mulde hinweg (6, Taf. III, Pr. 17) und liegt vom Hundstein an wieder isoklinal auf den steil südfallenden Schrattenkalkschichtköpfen. In steilem Abstieg fällt die Kette nördlich des Fählensees zur Stiefellücke ab.

Die Talzüge Oberkellen und Widderalp reichen, der erste von Westen, der zweite von Osten her in der Antiklinalzone III an die Sattelregion des Bötzel (1857 m) heran. (Abb. 3.) Nördlich davor steigt der im Meglisalp-Oberkellental fast abgetragene, liegende Schenkel des dritten Gewölbes steil hinauf zur Marwieskette (2042 m). Ein Querkamm über dem Antiklinalkern verbindet also die beiden getrennten Flügel derselben tektonischen Einheit, die hier schon tief bis in die untersten Schichten abgetragen ist. Der weite südliche Abhang der Marwies erscheint wenig gegliedert, doch sind am Südostfuß die mächtigen Dreifaltigkeitszähne als Valangienkalk-Schichtplatten herausgeschält. Steil bricht dagegen der Nordabfall über schmale Schichtstufen aus 2000 m Höhe zum Seealpsee und der Hüttenalp auf rund 1200 m Höhe ab. (Querprofil 6, Tafel III, Pr. 17 u. 18). Die Verhältnisse sind analog dem Abfall der Nordkette, auch hier ist ein Synklinalzug in der Wand angeschnitten; die scheinbar sinnwidrige Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten wurde von *Albert Heim* als Einwicklung einer Falte erkannt (6, S. 96): „Die Struktur der Marwies ist entstanden durch nördliches, totales Umlegen und Einwicklung des Gewölbescheitels des großen Altmanngewölbes“.

Ph. Kuenen gab 1929 eine neue „ontologische“, wir sagen besser tektonische Erklärung dieser Einwicklung, die er als frühe Aufschiebung einer Deckenstirn mit späterer, breiterer Auffaltung des ganzen Schichtkörpers zu einem einheitlichen Gewölbe auffaßt (12).

Der Unterschied vom Westsüntis zum Ostsüntis ist weniger in der Faltung als in den späteren tektonischen Verstellungen begründet; dort ist der Gewölbekern III im Gräppelental tief abgesunken, das zweite Gewölbe dagegen mächtig entwickelt; hier vor der Marwieskette fehlt dagegen das zweite Gewölbe und dafür ist der Nordschenkel des mächtigen Altmanngewölbes noch voll erhalten.

Der Sax-Schwende-Bruch, der im Osten die Marwies durchschneidet, ist nicht sofort in seiner vollen orographischen Bedeutung erkennbar; die Gebirgskette zieht ja trotz der tiefen Sättel von Bogarten ungefähr in derselben Richtung weiter und auch die angrenzenden Täler scheinen einheitlichen Ausräumungszonen zu entsprechen. Doch die geologische Uebersicht zeigt, daß der flachliegende Gewölbescheitel des Alpsiegels der Südschenkel des dritten Gewölbes ist, also der Hundsteinkette entspricht. Der in der Marwies mächtige Schrattenkalkzug des Vorderschenkels wird vom Sax-Schwende-Bruch abgeschnitten und zieht als schmaler Schichtstreifen am nördlichen Fuß des Alpsiegels weiter. Das dritte Gewölbe ist an diesem Bruch im Kern gemessen um 850 m, im Nordschenkel sogar mehr als 1000 m auseinandergerissen. Der Ostflügel ist dabei nach Norden abgesunken und außerdem senkrecht verstellt, so daß sich entsprechende Schichten ca. 700 m tiefer finden. Die ausführliche Beschreibung des Sax-Schwende-Bruches und seiner orographischen wie auch der tektonischen Rolle verdanken wir *Marie Jeresch*. (6, S. 197—225).

Im Landschaftsbild kommt der Uebergang zur östlichen Scholle besonders in dem Zurücktreten der schroffen Formen zum Ausdruck. Die Kammhöhe fällt nur um 200 m ab, der breite Rücken des Alpsiegels ist von einem ganzen Netz von Brüchen durchsetzt und im obersten ziemlich flachen Teil zu einem ausgedehnten Dolinenfeld geworden. Die einzelnen Kessel reihen sich schnurartig an die bedeutendsten Bruchlinien; sie sind besonders in dem wenig mächtigen, schwer durchlässigen Gaultstreifen schön ausgebildet. Hier waren die Voraussetzungen zur Bildung großer Dolinen gegeben, doch hatten die Verwerfungen auch die Gault- u. Seewerkalkdecke zerrissen, so daß einsickerndes Wasser die rinnenartige Anordnung der Gruben und bei Fehlen einer zusammenhängenden Verwitterungslehmschicht auch tiefe Spalten im Schrattenkalk entstehen ließ.

Am Alpsiegel sinkt die Gewölbeachse mit mehr als 20 % Neigung nach Osten ab und taucht im Flysch der Synklinalzone III—V unter. Das Brültobel ist nicht in dieser Muldenzone gelegen, sondern durchbricht antezedent das Schrattekalkgewölbe, es folgt bogenförmig dem Eintauchen der Marwies-Alpsiegelkette. Vor dem Austritt der Schlucht in das Talbecken von Brülisau ist der schon reichlich wasserführende Bach einem der zahlreichen Querbrüche gefolgt und hat einen tiefen klusförmigen Kessel in den Neokomkern des Gewölbes eingegraben. Die schmale Leiste im rechten Talhang bei Hasler (ca. 1030 m) gibt uns vermutlich die Höhe des Talbodens zur Riss-Würm-Interglazialzeit an. Die gesamte Eintiefung der Würmzeit und des Postglaziales beträgt dann hier rund 80 m. Das Brültobel ist mit der Schwendebachschlucht heute die einzige Stelle andauernder Erosion im Innern des Säntisgebirges.

Die Südkette vom Roslenfirst zum Hohenkasten.

In der Verlängerung des Teselalptales ist zwischen den Kreuzbergen und dem Roslenrücken der hochgelegene Taltorso der Roslenalp eingesenkt. Das schmale Synklinaltal öffnet sich an seinem nordöstlichen Ende am Fuße des Furgglenfirstes mit einem tiefen karähnlichen Kessel ohne irgend eine Abflußrinne gegen das Rheintal. Hier schneidet der Sax-Schwende-Bruch die südliche Kette; an ihm brechen sowohl die Kreuzberge wie auch der Roslenfirst nach Osten ab, an deren Stelle tritt nun die einfache Antiklinalkette VI mit dem Furgglenfirst genau in die Verlängerung des Roslenalptales. Orographisch aber schließt der Furgglenfirst über die schmale Saxerlücke (1651 m) an den Roslenfirst an. Im tektonischen Bau dagegen liegt die Fortsetzung des breiten Schrattekalkgewölbes V, über dem am Roslenfirstgipfel (2154 m) auch noch eine geringe Seewerkalkdecke erhalten ist, im Stiefelgewölbe. Die Verstellung des Ostflügels beträgt hier in der Horizontalen 600 m, die Sprunghöhe des Bruches über 300 m, das Stiefelgewölbe ist dabei vor das Fählenalptal geschoben worden, während die ehemalige Fortsetzung des Roslenalptales (heutiger Stufenrand zum Kessel unter dem ersten Kreuzberg 1730 m), noch im Bollenwies-Furgglentalstück (1460 m) vorhanden ist.

Die Entstehung dieser Hochtäler fällt damit schon vor die letzte große tektonische Phase, welche im Sax-Schwende-Bruch ihren stärksten Ausdruck gefunden hat. Die heutige Tiefe des Fählenalptales braucht nun natürlich nicht schon zur Zeit der Dislokation vorhanden gewesen

zu sein, wie *M. Jerosch* vermutete; das Tal besitzt ein beträchtliches Einzugsgebiet und kann noch nach der Versperrung seines unteren Ausganges von einem Bach, der an den Verwerfungsklüften einen unterirdischen Ablauf fand, bedeutend übertieft worden sein. Die Vereisung schuf später die glatten Wandungen und verschüttete den Talboden vor der Schwelle, so daß nach ihrem Schwinden ein See entstand, der heute wieder infolge der Ausspülung der Felsklüfte langsam absinkt. Ganz unbedeutend war dagegen die Eintiefung des Roslenalptales, wo als einzige Stelle im Säntisgebirge ein Längstal und der angrenzende Gewölberücken ganz im Seewerkalk erhalten sind. Trotzdem die Strukturform des Gebirges hier so rein herausgeschält ist, muß diesem Abschnitt ein hohes Alter zukommen; die Denudation arbeitet viel rascher an der Zurückverlegung der steilen Wandabstürze als an der Erniedrigung des flachen, verkarsteten Gewölberückens, der also nicht in die Breite wachsen kann. Die Flachform ist selbstverständlich struktuell bedingt und darf nicht aus einem alten Einebnungssystem hergeleitet werden; sie ist jedoch immer noch der Zeuge eines früheren Reliefs mit viel geringerer Eintiefung der Gebirgstäler.

Der Furglenfirst und weiter östlich der Stauberensfirst sind als Antiklinalkämme aus dem Neokomkern des sechsten Gewölbes herausgeschält; dieses legt sich nun mehr und mehr über. Vom Amboß über die Häuser bis zur Stauberenzanzel ist der Schrattenkalksüdschenkel erhalten geblieben; er reicht in einer schmalen Brücke gerade noch in den Nordschenkel hinüber und ist dann auf 4 km Länge über der Stauberenkette wieder völlig abgetragen. Die Alpterrasse von Alpeel, deren Außenkante auf 1320 m Höhe liegt, ist in der südlichen Abdachung an der hier beginnenden Nebenfalte VII in der Seewerkalkmulde gelegen; sie läßt sich aber nicht als Härtestufe bezeichnen. Etwas talauswärts ist in den Kieselkalkschichten die Terrasse der Frümseralp zwischen 1250 und 1380 m Höhe vorhanden. Hier sind zum einzigen Mal im Rheintalhang sichere Reste eines alten Erosionssystems zu sehen, dem möglicherweise auch noch die großen, über 1280 m gelegenen Alpterrassen nordöstlich des Kamor angehören.

Vom Hohenkasten herunter ins Rheintal ist ein breiter Gewölbestreifen treppenförmig eingebrochen, in ihm ist wieder die Schrattenkalkdecke mit dem Seewerkalk der anschließenden Alpeel-Plonen Synklinale vorhanden. Von hier an sind große Brüche mit starken Verstellungen der einzelnen Schollen mit dem Absinken des Gebirges

zum Rheintal verbunden. Das sechste Gewölbe weist nun eine Sonderentwicklung auf, die es von allen übrigen Säntisgewölben unterscheidet: es verstärkt das Ueberliegen nach Norden immer mehr und wird gegen sein Ostende zur liegenden Falte. Die Deckscholle ist dabei an longitudinalen Schenkelbrüchen eingebrochen, durch welche die Faltung abgeschwächt wird. Im Kessel der Alp Rohr südlich unter dem Hohenkasten (1798 m) ist die Decke durchlöchert, darunter erscheinen die Eozänschichten des Synklinalkerns III bis V. Nach Osten verengt sich der Vorderschenkel immer mehr, vom Kamor zum Rheintal wird das Gebirge von dem einzigen sechsten Gewölbeschenkel gebildet. Die longitudinalen Scheitelbrüche sind im Relief wenig ausgeprägt (6, Taf. V), während ein Längsschnitt des Gebirgsendes das treppenförmige Absinken an den Querbrüchen zeigt (6 Taf. 5, Prof 30 a–c). Der Struktur nach ist die tiefe Freienbachtalung sowohl als Längstal wie als tektonischer Graben in die Neokomschichten der gehobenen südwestlichen Scholle eingeschnitten. *P. Meesmann* hat die Verhältnisse des Ostendes der Hohenkasten-Kette eingehend untersucht; ich verweise auf seine ausführliche Beschreibung (19).

Der Tektonik entsprechen hier vollständig die orographischen Verhältnisse. Die Ueberfließung durch das Eis hat wohl die Gewölberücken etwas eingeebnet und die kleinen Bruchstufen abzuschleifen vermocht, aber es sind an vielen Stellen vom Eis oder den Schmelzwässern Bruchlinien zu Tälchen ausgeräumt und dadurch erst auffällig herausgearbeitet worden. Die maximale Eishöhe muß am Kamor in fast 1400 m Höhe gelegen haben, zur Rißeiszeit floß ein Arm des Rheingletschers über den Sattel zwischen Kamor und Fähnernspitz ins Brülisauertal und zum Weißbad, wo noch Rheingletschererratum gefunden wurde (Mitteilung von Herrn Dr. Bächler).

Die Trennung von Riß- und Würmständen des Rheingletschers, wie auch die Unterscheidung späterer Würmphasen stößt noch auf bedeutende Schwierigkeiten. Der Versuch *A. Ludwigs*, das Rißmaximum nördlich der Fähnernspitze in 1200 m anzunehmen (17, S. 536) und den Würmhochstand über Altstätten auf 850 bis 900 m Höhe zu bestimmen (17, S. 522) ist nicht in Einklang zu bringen mit der bekannten Erstreckung des Würm-Maximums bis Schaffhausen-Dießenhofen. Denn bei der Entfernung von über 80 km betrüge das mittlere Gefälle der Eisoberfläche nur 6 vom Tausend, welcher Betrag für die Gletscherstirn zu gering erscheint.